Also published as:

JP3595901 (B2)

FR2784119 (A1)

US6338763 (B1)

DE19947393 (A1)

☐ KR20000028786 (A)

### HIGH STRENGTH STEEL WIRE FOR SPRING AND ITS PRODUCTION

Publication number: JP2000169937 (A)

Publication date: 2000-06-20

Inventor(s): HAYASHI HIROAKI; SUZUKI SHOICHI; OCHIAI YUKIO;

HASHIMURA MASAYUKI; HAGIWARA HIROSHI; MIYAKI

**TAKANARI** 

Applicant(s): SUZUKI METAL INDUSTRY CO LTD; NIPPON STEEL

CORP

Classification:

- international: C22C38/02; C21D9/52; C22C38/00; C22C38/06;

C22C38/18; C22C38/34; C22C38/44; C22C38/46;

C22C38/50; C21D1/18; C22C38/02; C21D9/52; C22C38/00;

C22C38/06; C22C38/18; C22C38/34; C22C38/44;

C22C38/46; C22C38/50; C21D1/18; (IPC1-7): C22C38/00;

C21D9/52; C22C38/18; C22C38/50

- **European:** C21D9/52B; C22C38/06; C22C38/34; C22C38/44;

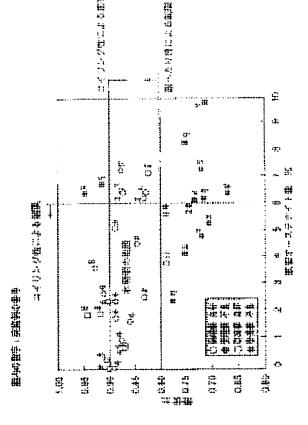
C22C38/46

Application number: JP19990103305 19990409

Priority number(s): JP19990103305 19990409; JP19980280168 19981001

### Abstract of JP 2000169937 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an oil tempered steel wire having high strength (>=1960 MPa tensile strength) and good workability. SOLUTION: This steel wire is the one contg., as steel components, by weight, 0.4 to 0.7% C, 1.2 to 2.5% Si, 0.1 to 0.5% Mn, 0.4 to 2.0% Cr and 0.0001 to 0.005% Al, in which the content of P is limited to <=0.015%, and that of S to &lt;=0.015%, and the balance Fe with inevitable impurities, in which the size of nonmetallic inclusions is &lt;=15 &mu m, its tensile strength is &gt;=1960 MPa, the yield ratio (&sigma 0.2/&sigma B) is 0.8 to 0.9 or the yield ratio is &gt;=0.8, and also, the content of retained austenite is controlled to &lt;=6%.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19) 日本酒物許庁 (JP)

€ 獓 4 캒 华 噩 \_ ⟨§ (§)

特瀾2000-169937 (11)特許出顧公開番号

(P2000-169937A)

ଛ
œ.
(2000
₩20B
平成12年6
(43)公開日

**デ** ~

(51) Int.Cl.?		中国西蒙	F I			₹-77-4 (₩
C22C	38/00	301	C22C	38/00	301Y	4K043
C21D	8/25	103	C21D	9/52	1.033	
C22C	38/18		C22C	38/18		
	38/20			38/50		

(全 12 頁) **客空離水 未耐水 耐水項の数6** OL

(21)出題為中	特膜平11-103305	(71) 出職人 000252056	9500525000
			鈴木金属工業株式会社
(22) 引順日	平成11年1月9日(1999.4.9)		東京都千代田区丸の内1丁目8番2号
		(71) 出職人 000006655	000006655
(31)優先権主機器号 特顯平10-280168	特觀平10-280168		新日本製鐵株式会社
(32)優先日	平成10年10月1日(1998.10.1)		東京都千代田区大手町2丁目6番3号
(33)優先權主張国	日本(JP)	(72)発明者 林 博昭	<b>林 草昭</b>
			千葉県智志野市東習志野7丁目5番地1号
			鈴木金属工業株式会社内
		(74)代理人 100088018	100088018
			井 建士三 浦 大 枯 治
			最終買に貌く

## (54) 【発明の名称】 高弛度ばね用銅線およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】高強度(引張強度1960MPa以上)かつ良 加工性を有するオイルテンパー線を提供する。

7%, Si:1. 2~2. 5%, Mn:0. 1~0. 5 【解決手段】鋼成分として、重量%でC:0、4~0.

0.005%を含むとともに、P :0.015%以 %, Cr:0.  $4\sim2$ . 0%, Al:0.  $0001\sim$ 

下、S : 0.015%以下に制限し、残部がFeと不 可避的不純物からなり、非金属介在物の大きさが15 μ m以下、引張強度が1960MPa以上を有し、降伏比 (の0.2/の9)が0.8以上0.9以下、または降伏比 0.8以上かつ残留オーステナイト量6%以下とした高 強度ばね用鋼線およびその製造方法、

ナイト量を6%以下とした高強度ばね用鋼線。

加え、重量%でNi:0.1~2.0%を含み、非金属 介在物の大きさが15μm以下、引張強度が1960M 0.9以下、または降伏比0.8以上かつ残留オーステ Pa以上を有し、降伏比 (の6.2/0g) が0.8以上

【請求項4】請求項1から3の何れかに規定された化学 非金属介在物の大きさが15μm以下、引張強度が19 60Mpa以上を有し、降伏比 (の。゚ッ゚゚゚゚゚゚゚) が0.8 以上0.9以下、または降伏比0.8以上かつ残留オー **或分に加え、重量%でNo:0.1~2.0%を含み** 

残留オーステナイト量を6%以下とした高強度ばね用網 度が1960MPa以上を有し、降伏比 (の) 3 (の)

(2) 000-169937 (P2000-169937A)

【請求項1】網成分として、重量%で、 【特許請求の範囲】

C:0.4~0.7%  $Si:1.2\sim2.$ 

Mn: 0, 1~0, 5%

A1:0,0001~0,005%を含むとともに、  $Cr: 0.4 \sim 2.0\%$ 

P : 0. 015%以下

に制限し、残部がFeと不可避的不純物からなり、非金 S : 0.015%以下

属介在物の大きさが15μm以下、引張強度が1960 MPa以上を有し、降伏比 (σg, i, 'σg) が0.8以上 9以下、または降伏比0.8以上かつ残留オーステ

ナイト量を6%以下とした高強度ばね用網線 【請求項2】網成分として、重量%で、

C : 0. 4~0. 7%

Si:1.2~2.5% Mn: 0. 1~0. 5%

 $Cr: 0.4 \sim 2.0\%$ 

 $A1:0.0001\sim0.005\%$ 

V :0.050~0.4%かつMn+Vが0.6%以下 となるように含むと共に、

P : 0. 015%以下 S : 0. 015%以下

MP a 以上を有し、降伏比  $(\sigma_{\mathcal{Q}_1} : / \sigma_3)$  が0 。8 以上 0.9以下、または降伏比0.8以上かつ残留オーステ に制限し、残部がFeと不可避的不純物からなり、非金 属介在物の大きさが15μm以下、引張強度が1960

【請求項3】請求項1または2に規定された化学成分に ナイト量を6%以下とした高強度ばね用鋼線。

【請求項5】請求項1から4のいずれかに規定された化 学成分に加え、重量%でNb:0.005~0.05% を含み、非金属介在物の大きさが15μm以下、引張強 が0.8以上0.9以下、または降伏比0.8以上かつ またはTi:0.005~0.05%の1種または2種 ステナイト量を6%以下とした高強度ばね用鋼線。

【請求項6】請求項1から5のいずれかに規定された化

が0.8以上0.9以下、または降伏比0.8以上かつ 学成分の網に対し、加熱温度を920℃以上、境入れ時 の線の温度を45℃以下となるように熱処理をすること により、非金属介在物の大きさが15um以下、引張強 **進留オーステナイト量を6%以下にする高強度ばね用鋼** 度が1960MPa以上を有し、降伏比(σ₀. ミ/ σዬ)

【発明の詳細な説明】

[0001]

【発明の属する技術分野】本発明はばね鋼およびその製 **貴方法にかかわり、特に自動車、一般機械向けの高強度** を有するコイルばねに適するばね鍋およびその製造方法 に関するものである。

[0002]

オイルテンパー線が用いられてきた。またさらなる高強 間コイリングが一般的で、最近では懸架ばねのような大 いる。これまでの冷間コイルばねにはJIS G 4801に示さ 2~57637号公報のように上述のベースとなるばね いる。特にばねの性能としての耐疲労性と耐へたり性が リングされてきた。しかし、自動車エンジンの弁ばねの ように高強度にも拘らず、線径が細いものに関しては冷 れるようなSi-Mn系やSi-Cr系ばね鰡を用いた 度化を図るため、特開平1-83644号公報や特開平 鋼にM o, Vなどの元素を添加してオイルテンパー処理 い、搭載されているばねには更に高強度化が求められて 特に重要である。コイルばわは熱間または冷間にてコイ い線径のものに対しても冷間コイリングが増加してきて 【従来の技術】自動車や機械の小型化、高性能化に伴

知られている。しかし、引張強さが1960MPaを超 【0003】一般にばね素材の引張強さまたは硬度を高 くすれば、耐疲労性および耐へたり性は向上することが える高強度ばねでは非金属介在物を起点とした疲労破壊 や粒界破壊など従来用いられていた低強度の材料では見 られない破壊の出現頻度が高くなる。さらに冷間成形を 行うばねでは素材となるオイルテンパー線の加工性(ば オイルテンパー線の引張強さが高くなると破壊ひずみが ね成形性) が重要な因子となる。すなわち、オイルテン パー線を用いて冷間形成によりコイルばねとする場合、 小さいため、コイリング中に折損する。 した鋼線が用いられてきた。

【0004】高強度と良好なコイリング性を両立させる 用いられている冷間コイリング法と比較して生産性、作 繁性の面で難があった。また、特開平3-162550 できると主張している。しかし、残留オーステナイト量 ため、特開平4-247824号公報では温間における コイリングが有効であるとされている。しかし、一般に 号公報では残留オーステナイトを利用し、コイリングに よる加工誘起変態によってひずみを開放し、折損を防止 チ付き試験片での曲げ試験における曲げ角度測定結果に **の増加に対して引張試験での伸び値は増加するが、ノッ** 

ろ低下するなどの結果が示されており、その残留オース **おいては残留オーステナイト量には影響しないか、むし** テナイト量の影響は明確ではなかった。

(0000)

【発明が解決しようとする課題】本発明では高強度と冷 間での良好なばね成形性を両立できる高強度ばね用鋼線 とその製造方法の提供を課題としている。

[0000]

であることが必要不可欠である。特に最近高強度のばね ることが多い。本発明においてもこのような元素が添加 を得る手法としてばねの窒化処理がしばしば適用されて 温が適用される。このような場合、オイルテンパー処理 C, Siに加え、V, Mo, Ti, Nbなどが添加され 【課題を解決するための手段】ばねの疲労強度、耐へた り性を向上させるためには1960MPa以上の高強度 いる。この場合の窒化温度は380~580℃という高 時を含めて焼戻し軟化抵抗を高める手段として従来の されている。

とともに、粒界を清浄化して粒界強度を向上させ、特に aを超えるような高強度化された材料で製造されたばね は、単純な疲労試験でも従来鋼とは異なる破壊機構で破 で、破壊起点となる非金属介在物の大きさを小さくする 粒界に偏析して粒界強度を下げるP,Sを低減させるこ 【0007】また、このように引張強さが1960MP 壊する。特徴的な破壊は従来よりも小さな非金属介在物 を起点とするものや粒界破壊を呈することが多い。そこ とが重要である。

冷間成形ばねの素材としてはオイルテンパー線が広く用 いう方式により製造される。この方式は極めて短時間の 熱処理時間で効率よく焼入れ・焼戻しを行うことに特徴 がある。しかし、合金元素を固溶させるための加熱時間 の炭窒化物が基質中に残留しやすい。この炭窒化物は再 って、未固溶の炭窒化物を少なくすることが、冷間での 実際上の熱処理時において炭窒化物を制御しつつ降伏点 いられているが、このオイルテンパー線は伸線加工した が熱間成形ばねの熱処理より短時間であるため、未固溶 せ、降伏強度を上昇させるので降伏点上昇に伴う破壊ひ ずみの減少および切り欠き感受性の増大をもたらす。従 と、ばねの成形性に問題を生じることが多い。高強度な 材料を連続的に焼入れ・焼戻しをするストランド処理と 結晶に際し、結晶粒生成の核となり結晶粒界を微細化さ ばね成形性向上につながることを見出した。そのため、 【0008】上述の合金元素を添加して高強度を得る を下げることが効果的である。

【0009】さらに上述の合金元素を添加した場合、残 に残留することが多い。残留オーステナイトは加工誘起 留オーステナイトが偏析部や旧オーステナイト粒界付近 **変態によってひずみエネルギーを解放するため、延性を** 高かる場合もあるが、実際の冷間コイリングにおいては 加工性を損なうことが多い。すなわち、残留オーステナ

避的な散細なきずが生じた場合にはその傷近傍はマルテ なる。したがって、ばねのコイリング時にはこの局部的 低下させることを見出した。したがって、高強度材の冷 間コイリングにおいては、残留オーステナイトを極力低 部が生成される。打ちきずや取り扱い上のきずなど不可 な高硬度部が欠陥となり折損に至り、コイリング特性を **減し、加工誘起マルテンサイトの生成を抑制することで** ばね成形時に誘起変態を生じると材料に局部的な高硬度 ンサイト化した高硬度部となり、局部的に極めてもろく イトは加工誘起変態によってマルテンサイトとなるが、 加工性を向上させることが効果的である。

【0010】すなわち本発明は(1)鋼成分として、重

C:0.4~0.7%

Si:1.2~2.5%

Mn:0.1~0.5%

Cr:0.4~2.0%

A1:0.0001~0.005%を含むとともに、

P :0.015%以下

S : 0. 015%以下

**属介在物の大きさが15μm以下、引張強度が1960** MPa以上を有し、降伏比 (の<sub>0.2</sub>/の<sub>8</sub>)が0.8以上 0.9以下、または降伏比0.8以上かつ残留オーステ に制限し、残部がFeと不可避的不純物からなり、非金

ナイト量を6%以下とした高強度ばね用鋼線である。 【0011】また(2)鋼成分として、重量%で、

C : 0.4~0.7%

Si:1.2~2.5%

 $Cr: 0.4 \sim 2.0\%$ Mn: 0. 1~0. 5%

 $A1:0.0001\sim0.005\%$ 

V :0.050~0.4%かつMn+Vが0.6%以下 となるように含むとともに、

P : 0. 015%以下

:0.015%以下

Mpa以上を有し、降伏比  $(\sigma_0, \sqrt[3]{\sigma_0})$ が0.8以上に制限し、残部がFeと不可避的不純物からなり、非金 属介在物の大きさが15μm以下、引張強度が1960 9以下、または降伏比0.8以上かつ残留オーステ ナイト量を6%以下とした高強度ばね用鋼線である。

された化学成分に加え、重量%でNi:0.1~2.0 %を含み、非金属介在物の大きさが15μm以下、引張 【0012】また(3)前記(1)または(2)に規定 σ<sub>8</sub>)が0.8以上0.9以下、または降伏比0.8以 強度が1960MPa以上を有し、降伏比(σ<sub>0.2</sub>

上かつ残留オーステナイト量を6%以下とした高強度は

に規定された化学成分に加え、重量%でM∘:0.1~

2. 0%を含み、非金属介在物の大きさが15μm以

【0013】また(4)前記(1)から(3)の何れか

下、引張強度が1960Mpa以上を有し、降伏比 (σ 8以上かつ残留オーステナイト量を6%以下とした高強 ..2/σ<sub>8</sub>)が0.8以上0.9以下、または降伏比0. 度ばね用鋼線である

5~0.05%またはTi:0.005~0.05%の (σ<sub>0.2</sub>/σ<sub>8</sub>)が0.8以上0.9以下、または降伏比 【0014】また(5)前記(1)から(4)の何れか に規定された化学成分に加え、重量%でNb:0.00 1種または2種を含み、非金属介在物の大きさが15μ m以下、引張強度が1960MPa以上を有し、降伏比 0.8以上かつ残留オーステナイト量を6%以下とした 高強度ばね用鋼線である。

【0015】また(6)前記(1)から(5)のいずれ 以上残留オーステナイト量を0.6%以下にする高強度 かに規定した化学成分の鋼に対し、加熱温度を920℃ 以上、焼入れ時の線の温度を45℃以下となるように熱 処理をすることにより、非金属介在物<15μm、引張 σ₃)が0.8以上0.9以下、または降伏比0.8% 強き1960MPa以上を有し、降伏点比(の<sub>にま</sub>イ ばね用鋼線の製造方法である。

と加工性を両立する鋼線とその製造方法を発明するに至 【発明の実施の形態】発明者は焼入れ焼戻し後に高強度 った。その詳細を以下に示す。

元素であり、十分な強度を得るために0.4~0.7% とした。0. 4%未満では1960MPa以上の引張強 N.b. Mo. Ti等と結びついて炭化物を生成しやすい 【0017】Cは鋼材の基本強度に大きな影響を及ぼす 度が得られず、0.7%超では過共析に近くなり、V. のて上限を0.7%とした。

保するために必要な元素であり、少ない場合は必要な強 た。また多量に添加しすぎると、材料を硬化させるだけ 【0018】Siほばねの強度、硬度と耐へたり性を確 でなく、脆化する。特にオイルテンバー後のコイリング において折損を生じ易くなる。そこで焼入れ焼戻し後の 度、耐へたり性が不足するため、1.2%を下限とし 龍化を防ぐために2.5%を上限とした。

正はこのような過冷組織を生じないように注意深く行わ 【0019】Mnは硬度を十分に得るため、また鋼中に ために 0.1%を下限とする。Mnの上限値を 0.5% とした理由は以下に述べる。Mn量が多いと、伸線前の 圧延時にも局部的な過冷組織を生じ易くなる。通常、圧 れるが、Mnが多量に含まれるとミクロ偏析の影響で突 たMnは伸線前の皮むき工程(シェービングあるいほど ト生成を促進する。さらにMnは残留オーステナイトの 存在するSをMnSとして固定し、強度低下を抑制する 発的に生じる可能性が高い。このような過冷組織はひき つづき行われる伸線工程において断線の原因になる。ま 残留量に大きな影響を与える元素で、後述する製造方法 **ーリング工程) において加工熱による表層マルテンサイ** 

トを6%以下に抑制するために多くを添加できない。本 発明においてはSを制限するため、Mn添加量を機械的 で製造した場合、オイルテンパー後に残留オーステナイ 性質が確保できる最低限に制限した。

【0020】Crは焼入れ性を向上させるとともに焼戻 **钴びついて窒化物を生成し、鋼を硬化させる。0.4%** CF系炭化物を生成し、破壊特性を低下させる。したが し軟化抵抗を付与する。また窒化を行う鋼の場合、Nと 未満ではその効果は顕著ではなく、2.0%を超えると ってCr含有量を0.4~2.0%と規定した。

じ、材料を脆化させる。特に粒界強度を低下させ、衝撃 す。そのため少ない方がよい。そこで脆化傾向が顕著と 【0021】Pは鋼を硬化させるが、さらに偏析を生 値の低下や水素の侵入により遅れ破壊などを引き起こ なる0.015%を上限とした。

【0022】SもPと同様に鋼中に存在すると鋼を脆化 する。またMn添加の弊害を極力小さくするためにもS しく、その悪影響が顕著となるの。の15%を上限とし が、MnSも介在物の形態をとるため、破壊特性は低下 の含有量を制限し、Mn添加量を最低限に抑制すること が必要である。従って、Sも極力少なくすることが望ま させる。Mnによって極力その影響力を小さくできる

出来る。特に最近高強度のばねを得る手法としてばねの 【0023】Vを添加すれば、軟化抵抗を高めることが 窒化処理がしばしば適用され、この場合の窒化温度は3 80~580℃という高温が適用される。 このような高 温熱処理を受けた際の硬さ低下を防ぐ元素としてVは有 効な元素である。しかしその効果はVについては0.0 5%未満では効果がほとんど認められず、0.4%超で は粗大な未固溶介在物を生成し、靭性を低下させる。ま たVもMnと同様に残留オーステナイト生成に影響する 元素である。従ってMnとVの合計添加量が0.6%を い。そこでMn+Vが0.6%以下となるように制限し 超えると、残留オーステナイト量を6%以下にできな

もに、ばねとしての破壊特性をも向上させる。その効果 【0024】Niは焼入れ性を向上させ、熱処理によっ させるため、冷間コイリング時の折損を防止させるとと は0.1%未満では効果が認められず、2.0%超では て安定して高強度化することができる。また延性を向上

効果が飽和する。

められなくなり、0.05%超では熱処理時に未溶解析 大きく、破壊起点となりやすいばかりでなく、オーステ し、オーステナイト粒の微細化および析出強化に寄与す る。これらの元素は0.005%未満ではその効果は認 出部として残留しやすくなる。未溶解の析出物は寸法が 【0025】TiおよびNbは窒化物、炭化物を生成 ナイト粒の微細化や析出強化に寄与しなくなる。

【0026】A1は酸化物生成元素であり、鋼溶製にお

に、溶鋼段階で生成したA 1,03は圧延伸線を軽ても破 な高強度かつ細い径で使用される場合にはAIを多量添 加するとそれによって生成されるA1,O。が破壊起点と 砕されず、応力集中源になり易い。また変形能がマトリ  $^{"}$ クスと異なるため、荷重を負荷された場合、A $_2$ O $_3$ **周りに応力集中を生じてクラックを生じ易い。このよう** いて脱酸に用いられることが多い。 しかし弁ばねのよう なりやすい。すなわち、A 12O3は非常に硬質なため

な理由から破壊起点となりやすいため、ばねにおいては <u> 成労強度を低下させる原因となる。従ってA1含有量は</u>

制限されるべきである。

む複合酸化物 (たとえばMn-Si-Al系酸化物)を 生成させて、比較的軟質な酸化物を生成させれば、酸化 物は圧延、伸線段階で破砕されて微細になり、破壊起点 にならない。したがってMn系およびSi系酸化物の軟 1が0.005%超であれば粗大な $A1_2O_3$ を生成する のでこれを上限とした。またA1を利用して積極的に酸 物を生成せず、Si系硬質酸化物を生成し、疲労強度が 【0027】しかし現状技術による鋼溶製には脱酸が必 須であるため、脱骸元素の投入は避けられず、その骸化 物寸法を厳細にする技術が必要である。そこでAIを含 質化には微量のA1を添加した方が好ましい。そこでA 0001%とした。これ未満ではA1を含む軟質な酸化 化物の軟質化をはかるためにはA 1 含有量の下限を0.

る元素であり、窒化のような高温で処理されても鋼の軟 1%未満であればその効果が小さく、また2.0超 では鋼中で炭化物を生成し、逆に破壊特性を低下させる 【0028】Mのは焼き入れ焼戻し後の軟化抵抗を与え 化を抑制し、必要強度を与えることが出来る。Moが ことがある。そのため、Moの含有量の下限を0.1 %、上限を2.0%とした。

【0029】非金属介在物すなわち硬質な骸化物、窒化 物、硫化物については、その大きさが大きくなると疲労 強度に悪影響を及ぼす。本発明で対象とする1960M 物寸法の上限は15μmであるので、これを上限値とし て規定した。この場合の測定方法は無作為の位置から採 取した鋼線の長手方向断面を光学顕微鏡に取り付けた画 のため、本発明の強度レベルで悪影響を及ぼさない介在 **観察し、12かられた最大非金属介在物の円相当径を本発** Paの高強度では小さな介在物でも破壊起点となる。そ 像処理装置を用いて2000mm²にわたって介在物を 明で規定する非金属介在物寸法とする。

には鋼線の引張強さを1960MPa以上としなければ 来の鋼線を用いたものと何ら変わりない性能となる。た 【0030】鋼線の強度であるが、高強度ばねに供する ならない。これ以下ではコイリング後のばねの性能が従 だし、前述したとおり、コイリングにおけるばね成形性 の点からは降伏点に留意する必要がある。すなわち冷間 成形では室温付近での塑性変形によってばねを成形する

このような状況では製造上のわずかな変動や、打ち傷な 塑性変形の開始応力と破断応力が接近した材料で どの要因により、破断する確率が非常に高くなり、コイ は破断寸前の応力負荷状態で成形していることになる。 リング特性が悪くなる。

る。このような観点から、塑性変形開始応力と破断応力 の差を示す指標として降伏比を用い、引張強さが196 を見出した。逆にこの降伏比が0.8未満となると十分 なへたり特性を発揮できない。そこでへたりの観点から ステナイト量によっても変動するため残留オーステナイ 【0031】従って、塑性変形開始応力と破断応力の差 降伏比を0.8以上とした。ただしこの規定は残留オー ト量が6%以下では降伏比が0.9以上でも冷間コイリ OMPaの場合、降伏比が0.9以下にすれば良いこと が大きい材料の方がコイリング特性が良いと考えられ ングは可能である。

生成され、むしろばねとしてのコイリング特性を低下さ せることを見出した。また最近のばねはショットピーニ うが、このように塑性変形を加える工程を複数含む製造 サイトが破壊ひずみを低下させ、加工性や使用中のばね の破壊特性を低下させる。また打ちきず等のような工業 的に不可避的の変形が導入された場合にもコイリング中 に容易に折損する。従って、残留オーステナイトを極力 【0032】残留オーステナイト量を6%以下とした理 由を述べる。残留オーステナイトは偏析部や旧オーステ ナイト粒界付近に残留することが多い。 残留オーステナ ばね成形時に誘起変態すると材料に局部的に高硬度部が ングやセッチングなど塑性変形による表面強化をおこな 工程を有する場合、早い段階で生じた加工誘起マルテン 低減し、加工誘起マルテンサイトの生成を抑制すること イトは加工誘起変態によってマルテンサイトとなるが、 で加工性を向上させる。

の鋼に対して請求項に記載の性能を引き出せることを見

が不十分であると未溶解析出物となって残留する。未溶 解析出物はコイリング時の破壊起点になったり、粗大化 するために析出物の数が減少するため、析出強化に寄与 できなくなる。このように未固落析出物は当初の元素を Ti, Nb系析出物の固溶量を0.1%以上にすれば析 出強化やコイリング時の折損防止に有効であることを見 【0033】次に製造方法に関して述べる。加熱温度を 920℃以上にした理由はばね鋼に対して十分なオース テナイト化温度とするだけでなく、析出物を十分に溶解 i , Nbなどは析出物を形成するが、焼入れ前の溶体化 添加した意図に反した影響を現出するため、熱処理時に は十分な注意が必要である。その目安としてMo,V. する必要があるからである。すなわち、Mo.V.T

【0034】ここでMo, V, Ti, Nb系析出物の固 答量に関しての詳細を述べる。Vは炭素および窒素と親 fi性が良く、MC型で表される基本組成を持った化合物 を形成する。オーステナイト領域では加熱によってその

強化を起こす。その平衡濃度と温度の関係を示すと次式 で表される。 形態を変化させる。未固溶炭化物の挙動についていを例 に取ると、焼入れ焼戻し過程においてV,C3として析出

(C=0.5%) ...... (1) (30400/T) +20.88······(2)  $V_4C_5 = 4V_7 + 3C_7$ 

 $\log [\%V]_{\tau} (\%C)_{\tau} = -$ 

同様の関係が知られている。 【0035】実際にはVCやVNのような他の形態の炭 窒化物もあるが、ここでは詳細を省略し、考え方を述べ 温度が非常に重要な因子であることが判る。この計算式 る。この式から加熱温度における固溶炭素量が求まり、

は平衡状態を考慮しているが、実際の短時間加熱ではさ らに固溶炭素量は少ないと考えられる。Nb、Tiにも

 $\log[\%Nb]_{\tau}[\%C]_{\tau} = -(7970/T) + 3.31 \dots (4)$ NbC=Nb, +C,

 $TiC=Ti_r + C_r$ 

 $\log(\%Ti)$ , [%C], =-(10475. T)+4.68.....(6)

あるノッチ曲げ試験(ノッチを入れた試験片に対して折 度を増大させ、コイリング特性が向上する。本発明にお 20℃以上であれば、請求項1~6に規定した化学成分 【0036】これらの式から何れの添加元素も加熱温度 る。MoC関しても炭化物の形態が複雑であるため、定 損までの曲げ角度を測定する曲げ試験)における曲げ角 いてはこのような考え方から加熱温度を検討した結果9 式化されていないが、高温になるつれて固溶量は増大す この降伏点の低下は傷を有するばね鋼の延性評価方法で る。一方、加熱温度の高温化は、降伏点の低下を招く。 が高温になるにつれ固溶量が増大することが理解でき

くなる。また、合金元素が添加されるとMs点、Mf点が する製造方法について述べる、オイルテンパー線は伸線 材からオーステナイト化までの加熱、焼入れ、焼戻しと いう三つの工程を連続的に行うことによって製造される が、残留オーステナイトの発生は合金元素の固溶量、焼 る。すなわち、合金元素のうちオーステナイト安定化元 素である炭素、Mn, Ni, Moといった元素がオース テナイト中に固溶すると残留オーステナイトが発生し易 下にならず、完全にマルテンサイト化出来ず、残留オー 【0037】次に、残留オーステナイト量を6%以下と 低下し、一般の境入れ剤による境入れ温度ではMf点以 入れ時の線の温度、焼戻しの3条件によって左右され ステナイトが発生しやすくなる。

【0038】発生した残留オーステナイトはその後の焼 るが、請求項1~5に規定した添加元素は鋼の軟化抵抗 戻し工程で分解するが、高強度を得るために焼戻し温度 を高め、高強度を得る観点から必要不可欠である。発明 者は、請求項1~5の化学成分の鋼をオイルテンパー処 理において残留オーステナイトを6%以下とするには焼 入れ温度をなるべく低くし、十分冷却することが重要で ず、鋼線内に残留することになる。合金元素の添加が少 なければ残留オーステナイトの発生量を容易に減少でき あり、焼入れ時の線の温度を45℃以下とすることによ が低い場合や焼戻し時間が短い場合には分解が完了せ り良好な結果が得られることを見出した。

強度は耐疲労性および耐へたり性の観点から引張強さを は表1に示す化学成分に溶製され、熱間圧延により48 mmの線材とした後、パテンチング-皮剥き-伸機-焼 イルテンパー線を作成した。発明鋼を含めて伸線過程で 断線等の不具合は発生していない。 オイルテンパー線の 1960MPa以上とした。また表中の介在物寸法は表 【実施例】表1に本発明鋼の化学成分例とともに比較従 鈍-オイルテンパーの各処理を施してゆ3.2mmのオ 来鑦(比較鐲)の化学成分を示す。本発明鋼(発明鑽) 層付近における測定結果である。

温度を高めることにより、発生した残留オーステナイト 【0040】表2に発明鋼および比較鋼によるオイルテ 明鋼はV、Mo、Ti、Nb等の未固溶炭窒化物を避け るため、従来鋼より加熱温度を高めた。さらに発明例に **ついてはばね成形にあたって折損をさけるため、降伏比** 0.8~0.9または残留オーステナイト量を抑制する ばね成形にあたっての変形抵抗を下げるために降伏点比 アパー線の熱処理条件および機械的性質等を示す。本発 ために焼入れ温度を45°C以下とした。さらに、焼戻し の分解を促進し、その量を6%以下に抑制した。また、

【0041】オイルテンパー線は高強度になると、切り 欠き感受性が高まり、ばね成形加工時に微細なきずを起 ッチを付け、次にノッチに引張応力が負荷されるように /ッチの反対側に半径6、5mmのボンチで3点曲げ加 エを与え、折損までの曲げ角度を測定するノッチ曲げ試 点として折損事故を生じやすくなる。このばね成形性を 評価する手法として、ばね成形前に先立ち、高合金製チ ップをオイル テンパー 様に 苗し つけて 深さ 2 5 μ m の / も0.8以上0.9以下に調整した。

【0042】図1に本発明鋼と従来鍋におけるオイルテ 示す。図2に残留オーステナイト量とノッチ曲げ角度の より加工性の向上がはかれる,また残留オーステナイト **ヶ子曲げ性が改善されており、加熱温度を高めることに** ンパー処理における加熱温度とノッチ曲げ角度の関係を 関係を示す。本発明劉は従来鋼の高強度材に比較してノ 量との関係においても従来難よりノッチ曲げ性が優れ、 :(8) 000-169937 (P2000-169937A)

:(7) 000-169937 (P2000-169937A) 6%以下の残留オーステナイト量とすることにより、特 外の場合、残留オーステナイト量と降伏比を本発明の技

に優れた加工性が得られた.

【0043】表2にはこれらの関係から各成分系における最適オイルテンパー処理条件、降伏比、残留オーステナイト量、ばお成形性。 強労特性および耐へたり性を示す。 表2において成形性はばね成形 (コイリング) 時の折損評価(折損率) をあらわしたもので、○:0.001%未満、△:0.001~1%、×:1%超である。さらに疲労特性は5×107回の時間強さを示し、平均負荷応力686MPaからの応力振幅を示し、振幅450MPa以上の場合その評価を○:良、450MPa未満の場合×:不良で示した。耐へたり性は残留せん断ひずみで評価し、3.5×10以以下の場合を○:良とした。それ超の場合は×:不良とした。

しの441 表3に成形したばねの諸元を示す。2種類のばねにより、ばね成形性の評価と耐接労特性および耐ったりは全評価した。ばわ仕様1は耐疲労特性および耐へたり性を評価した。ばわ仕様1は耐寒のばね成形性評価円であり、ほね仕様2は冷間でのばね成形性評価用である。表2にその評価結果を示す。ばわ仕様1のばれは窒化処理とショットピーニングを施して試験に使した。従来網によるオイルテンバー様はばね成形性に優れるものは疾労強度および耐へたり作に劣るのに対し、本発明鋼によるオイルテンバー線はばね成形時のが損かなく、耐疾労性、耐へたり性の点においても比較網と同等以上であった。

【0045】図3に表1の実施例2~5、8、9および 11に示す化学成分の鋼を熱処理によって残留オーステ ナイト量と降伏比を徴化させた場合の残留オーステナイト量と降伏比の関係を示す。図中の数字は実施例の番号を示す。熱処理はすべて加熱温度960℃から焼き入れ、420~500℃で焼き戻した。ただし実施例8に同しては本比較の場合は実験的に5℃以下で焼入れ、十分に変態を促進してから焼き戻した。

【0046】へたり性とコイリング性の評価を行い、○□はコイリング可能からへたり性が良好な実施例、●■はコイリング性不良まだはへたり性で十分でなかった例である。実施例8の類のように化学成分が本発明の範囲である。実施例8の類のように化学成分が本発明の範囲

外の場合、残留オーステナイト量と降伏比を本発明の規定内にするには焼入れ温度を極端に低くする必要があるなど、工業的に適さない方法を導入する必要がおった。また実施例9、11の鎖のように化学成分が本発明の範囲外の場合、通常の処理を行なうと、本発明の残留オーステナイト量と降伏比にすることが困難で、工業的に処理することが困難と考えられた。

【の047】表4、表5にさらに、さまざまな化学成分について検討した実施阀を示す。図4に表4、5の実施例における降伏比と残留オーステナイト量の関係を示す。図中◇・発明例、▲は接労特性またはへたり性の点で不良と判定された例である。本発明期によるオイルデンパー様は1960MPU以上の引張強さにもかかわらず、前述のようなノッチ曲げ試験により優れた加工性をオネュ

【0048】実施例27および28は介在物寸法が発明例の制限より大きく、疲労特性が不良である。実施例24、29~31および33は降伏比もしくは残留オーステナイトの範囲が発明の範囲外で、実施例24、29、30は疲労特性とおよび3はだわ成形性が不良であった、実施例25および26はP、Sが発明例より多く、疲労特性が不良であった。実施例25、24、29、30および31は発明例に比べ疲労特性、耐へたり性の双方に劣まに接触例32は化学成分は発明の範囲内である。また実施例32は化学成分は発明の範囲内である。

【0049】本発明は化学成分のみならず、熱処理を適切に行い、発明例に示す降伏比、残留応力量に制御することで加工性とばおの性能の両立を可能とした。ただし接労特性、耐へたり性に適した成分設計を行なった本発明で規定された化学成分を有する鋼でなければ工業的な熱処理において、実用上の加工性とばわ性能を両立させることは困難である。

[0050] [表1]

10 158 -75 10 292 62 0.0008 13 213 -17 9 224 12 209 -21 11 214 -17 11 266 36 12 193 -38 9 158 -72 - 0.0010 13 220 -10 277 12 0.0007 0.0012 0.02 0.0009 0.0011 0.0009 0.0010 0.0011 0.0011 0.0015 0,65 2.03 0.42 0.007 0.008 0.02 1.18 0.09 0.09 0.02 0.51 2.03 0.42 0.005 0.006 0.51 0.81 0.10 0.10 0.10 0.64 2.02 0.42 0.005 0.006 0.50 1.20 0.10 0.10 
 0.50
 2.02
 0.32
 0.005
 0.006
 0.01
 0.79
 0.09
 0.09

 0.65
 2.04
 0.41
 0.007
 0.006
 0.02
 1.22
 0.10
 0.10
 0.10
比較的 0.76 1.45 0.56 0.017 0.009 0.01 0.52 0.16 0.47 99.914 0.64 2.02 0.41 0.065 0.006 0.02 0.81 0.10 0.10 0.65 1.45 0.69 0.008 0.008 0.02 0.69 - 0.20 0.63 1.35 0.70 0.011 0.011 0.01 1.50 0.50 0.20 0.73 2.01 0.75 0.008 0.009 0.02 1.02 0.22 0.36 0.55 1.42 0.68 0.013 0.007 0.01 0.68 --M ŝ

[0051]

[表2]

K		雅貝	~	以	极人	<b>美</b> 凤儿	<b>無反</b>	通過	專	100	新華	英	美労物	耐へたり性	
X		澎湃	整盤	#	盤盤	**	載盤	松惠	Ħ	7 💂	黄	推	##	美俚剪手的	
家		ပ္		ည	#	ខ	<b>:</b>	EP.	/.	×	geg.	1	20 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		
_		920	¥	45	39	09†	85	1978	0.89	1.8	33	0	O586±482	O3.1×10-4	
~	æ	980	2	40	ફ	8	88	2152	0.81	5,7	8	0	905∓9800	O2.5×10-4	
3	歐	980	<u>₹</u>	40	æ	8	38	2062	0.83	2.6	જ	0	○686±482	O2,9×10-	
4	<b>Œ</b>	950	#	45	32	9	3%	2014	0.89	2.5	29	0	0686±473	O3.0×10-	
o		950	<u>∓</u>	2	જ્ઞ	<b>₹</b>	æ	2202	0.83	5,9	13	0	0686±501	O2.8×10.	
9		920	<u>\$</u>	\$	ಚ	<b>Ş</b>	88	222	0.83	5.8	57	0	O686±482	O2.7×10.	
~		006	112	ន	೫	442	<b>æ</b>	28	0.91	0.3	23	0	×686±423	×11.4×10	
∞	共	8	22	8	ន	3	<b>\$</b>	2049	0.92	2.0	14	0	×686±441	×6.5×10 *	
o	*	930	128	8	ສ	475	51	2116	0.95	5.5	<b>≯</b> 7	⋖	0686±490	O3.1×10-	
흐	寒	930	176	8	3	230	20	2202	0.93	3.7	83	4	109 ∓9890	OZ. 9×10-	
Ξ		920	176	8	42	490	51	2275	0.71	9.7	21	×	9994∓9890	O686±508 O2.6×10-4	

[0052] [#3]

[0053] [表4]

<b>1</b>	ばね仕様1	ばね仕様2
<b>建</b> 称 ===	3.20	3.20
ロイル 中沙衛 国	21.2	13.2
英拳数	6.5	2 L
3 が配田四	50.0	8.5
ばね指数	6.615	4.125

ပ		S	Ä	α,	S	z	ວັ <del>ຂັ</del>	ž	>	ï	2	₹	字 位 章
1	$\overline{}$		1				╛	1			_[		F I
0.65	_	. 98	0.35	p. 009	0.00	-	1.33	1	-	1	-	D. 0010	2
89.0	*-	1.76	0.30	0.008	0.004	1	0.76	0.24	1	1	-	0.0012	1
. 57		10.5	0.29	0.000	0.003	-	0.01	1	12.0	ı	١	0.0010	Ξ
.s.		8	57. G	0.004	0.007	•	0.81	_	0.10	_	-	0.0010	9
3		8	=	0.000	0.005	1	.9	9	2. 12.	1	1	0.000	
30		2.02	9.3	900.0	0.005	1	1.25	0.10	D. 11	_	-	D. 0009	6
55		8.	8	0.005	900.0	0.50	1.03	0.11	0.12	-	1	B 000 G	10
<b>≡</b>			8.	0.012	0.005	-	1.13	_	-	-	0.020.0	0.000	1
∺		1.59	0.31	0.007	900.0	-	0.60	0.45	80.0	ı	-	0.0011	13
إعدا		.5	2.0	0.009	0.00	·		1	9. TO	ī	0.05	050.0007	5
23		1. 59	0.20	600.0	100.0	*	1.51	-	0.30	_	-	0.0035	11
63		2.0 i	0.35	0.007	0.008	-	0.75	_	ı	_	-	0.0010	10
33		98.0	D.43	0.007	0.004	-	1.05	_	-	=	1	0.0011	11
55		7.	87. Q	0.019	0.010		88.0	_	D. 10	_	١	0.0010	9
1 =		:25	8 33	0.011	0.021	_	11. O	0.10	t	ı	-	D. 0009	11
بتا		5.	=	800.0	900.0	1	0.76	01.0	-	1	-	0.0115	31
12		.5	0.52	0.008	0.004	-	- - -	-	_	Ι	-	0.0013	3.6
23.		1.82	11.0	800.0	100.0	1	D. 19	1	0. 20	Ι	1	D.0011	12
12		=	9	0.00	0.00	1	0.43	1	1	1	ŧ	0.0010	=
اچا		ē.	9.6	0.010	600'0	008-0	0.89	_	-	_	-	0.0010	12
9.55		1.64	0.40	0.006	0.004	1	0.74	_	0.11	_	ì	D. 0012	11
9.0		2.02	0.31	0.006	900.0		1.25	0.10	0.10	_	-	D. 0009	6
ł	ı	I	ا			Ì	I			l			Į

[表5]

[0054]

	製具	爱是	<b>≨</b>	素入	然原	美原	通的	美茶	事	五	多	麦克特	見ったり存
薯	H	整整	ä	星童	製	富款	お無	¥	*	角膜	#	#1	表智慧系
<b>8</b> 5	Ų	٦	Ş	\$	د	æ	Ě	40.3/43	×	deg.	其	旅艦 553	ひずみ
-	335	Ξ	\$	35	₩	38	2155	0.83	1.1	15	0	667∓999O	O2.1×10-4
常三	335	Ξ	9	35	₽	33	2135	08'0	2.9	99	0	905 ± 989O	OI . 9 × 10-4
·  ≖	980	Ξ	9	35	420	<b>3</b>	2067	0.82	3.5	62	0	O686±498	O2.1×10-4
팔	\$20	3	ę	35	420	33	1018	18.0	7.7	99	0	967 <b>∓</b> 9890	OS.0×10-4
<u> </u>	920	7	9	35	9	85	5022	16.0	3.7	75	0	018 <b>= 989</b> 0	O2.6×10-4
<b>Æ</b>	<u> </u>	₹	9	35	3	33	2172	0.92	5.0	99	0	805±983O	-01×9'2O
=	950	3	\$	35	9	33	2108	0.88	=	28	0	0685±509	02.7×10-4
=	935	7	9	35	97	<b>5</b> 5	2138	0.8	<b>8</b> 2	23	0	O686±501	O2.1×10-4
ន	950	144	\$	35	\$	33	2015	0.82	٠,	9	0	O686±487	O2.9×10-4
<b>=</b>	920	144	45	35	9	33	2182	0.87	=	25	0	O586±495	O3.2×10-4
2	920	Ξ	9	35	ş	85	2090	16.0	3.5	15	0	00S∓989O	D3.1×10-4
ZZ	6	121	45	35	097	89	2171	18.0	1.6	11	0	205±389Q	O3.0×10-
2	950	111	07	32	087	85	8118	9.79	1.9	38	0	×686±425	×086±425 ×6.3×10-4
딾	920	₹	2	32	9	33	2192	0.87	5.5	\$	0	×686±440	O2.4×10
IS.	920	7	07	35	9	85	2188	0.17	5.6	*	0	×686±432	O2.6×10-
<b>¥</b>	3	3	<b>\$</b> }	35	9	85	2178	0.85	3.7	55	0	×686±435	-01×176Q
<b>3</b>	920	¥	9	32	ê	33	2196	98.0	2.	55	0	×686±433	O3.0×10-4
<b>3</b> 5	920	#1	80	15	<b>8</b>	2	2005	0.75	2.	53	0	×686±419	×686±419 ×7.4×10-4
ᇙ	920	¥1	8	2	ş	5	1986	0.76	3.5	63	0	×686±410	-01×1.8× 01+±389×
ı=	920	Ξ	2	33	99	33	2086	26.0	1.8	12	×	×686±406	-01×6.6× 304±383×
123	920	₹	45	35	8	28	1850	0.80	3.1	<b>89</b>	0	107 T 989 X	D2.8×10-4
ı	ŝ	:	43	۶	5	٤	3			:		1-01.10 400 . 400.0	

【発明の効果】本発明によれば、1960MPa以上の高速度オイルテンパー線を得ることが出来、かつ冷間のばね成形に際し、が損事故を発生させずにばわ加工を行うことが出来る。この結果、成形したばねにひずみとり [0055]

より、従来難によるばねと同等以上の耐疲労性と耐へた り性を備えたばねの製造が可能になる。 【図面の簡単な説明】 【図1】加熱温度と曲げ加工性の関係を示す図。 焼鈍、窒化処理、ショットピーニング処理を行うことに

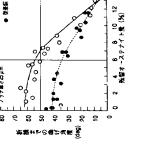
【図3】残留オーステナイト量と降伏比の本発明請求範 【図2】残留オーステナイトと曲げ加工性の関係を示す

[图1]

囲を示す図。 【図4】残留オーステナイト量と降伏比の本発明請求範 囲を示す図。

[**Z**2] /ッチ繰さ25ド日 8 8

80 ■ 89年3 70 本 従来第 9



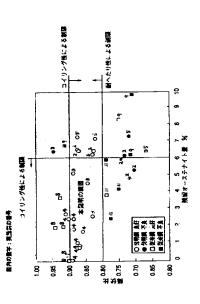
8

900 950 加熱道機 (で)

3

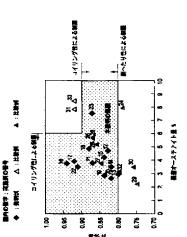
2

[图3]



# (#1))00-169937 (P2000-169937A)





### [手続補正書]

 $^{\circ}$ 【提出日】平成11年9月28日(1999.9.

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】すなわち本発明は(1)鋼成分として、重 量%でC : 0.4~0.7%Si:1.2~2.5%

Mn: 0, 1~0, 5%Cr: 0, 4~2, 0%Al:

0.0001~0.005%を含むとともに、P :

0.015%以下S : 0.015%以下C制限し、残

部がFeと不可避的不純物からなり、非金属介在物の大 きさが15μm以下、引張強度が1960MPa以上を

または降伏比0.8以上かつ残留オーステナイト量を6 %以下とした高強度ばね用鋼線である。尚本明細書で降 伏比および降伏比(σg. 1/σg) はJIS G0202 の1167の 0.2はJIS 22241(1993年制定) に規定される耐力でオフ 有し、降伏比 (のg.2/のg)が0.8以上0.9以下、 規定の如く、何れも (の5.2/の8)を指すもので、の

72241(1993年制定) に規定される引張最大荷重を試験 片原断面積で除した値である。

セット法によって算出した永久のび0.2%における荷 重を試験片原断面積で除した値であり、σgは同じくJIS

(補正対象項目名)0015

[ 補正対象書類名] 明細書

[補正方法] 変更

【0015】また(6)前記(1)から(5)のいずれ [補正內容]

かに規定した化学成分の鋼に対し、加熱温度を920℃ 以上、焼入れ時の椽の温度を45℃以下となるように熱 処理をすることにより、非金属介在物<1 5 μm、引張 が0.8以上0.9以下、または降伏比0.8%以上残 留オーステナイト量を0.6%以下にする高強度ばね用 強さ1960MPa以上を有し、降伏比 (σ<sub>3,2</sub>/σ<sub>8</sub>) **鋼線の製造方法である。** 

[手続補正3]

《補正対象書類名》明細書

【補正対象項目名】0040

【補正方法】変更

(補正内容)

【0040】表2に発明鋼および比較鋼によるオイルテ ンパー線の熱処理条件および機械的性質等を示す。本発 明蝋はV,Mo,Ti,Nb等の未固溶炭窒化物を避け 0.8~0.9または残留オーステナイト量を抑制する 温度を高めることにより、発生した残留オーステナイト るため、従来鰤より加熱温度を高めた。さらに発明例に **ついてはばね成形にあたって折損をさけるため、降伏比** ために焼入れ温度を45℃以下とした。さらに、焼戻し ばね成形にあたっての変形抵抗を下げるために降伏比も の分解を促進し、その量を6%以下に抑制した。また、 0.8以上0.9以下に調整した。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

[補正対象項目名] 0048

【補正方法】変更

(補正内容)

【0048】実施例27および28は介在物寸法が発明 例の制限より大きく、疲労特性が不良である。実施例2

4、29~31および33は降伏比もしくは残留オース 発明例に比べ疲労特性、耐へたり性の双方に劣る。また 30は疲労特性および耐へたり性の点で不良であり、実 施例31および33はばね成形性が不良であった。 実施 例25および26はP.Sが発明例より多く、疲労特性 が不良であった。実施例24,29,30および31は 実施例32は化学成分は発明の範囲内であるが、強度が テナイトの範囲が発明の範囲外で、実施例24、29、

不十分で疲労強度において不良であった。 【補正対象書類名】図面 【補正対象項目名】図4 【補正方法】変更 【手続補正5】 【補正内容】 [ 🖂 ]

(12)100-169937 (P2000-169937A)

コイリング性による解説 **急くたい性による整題** ▲ :比較的(裏労特性またはへたり性で不良と利定された例) 33 ∆ ∆ △ :比較的(ばな紙形等の作業循準の施い金) ₹54 **製御オーステナイト量光** コイリング位による制限 一 子子の神子・大神の内内 **4**29 **4**30 8 0.95 96.0 0.75 0.70 80 9. 89.

## フロントペーンの統や

千葉県習志野市東習志野7丁目5番地1号 鈴木金属工業株式会社内 鈴木 章一 (72)発明者

千葉県習志野市東習志野7丁目5番地1号 (72)発明者

落合 征雄

鈴木金属工業株式会社内 橋村 雅之 (72) 発明者

北海道室蘭市仲町12番地 新日本製鐵株式 会社室蘭製鐵所内

会社室蘭製鐵所内 宮木 隆成 (72) 発明者

北海道室蘭市仲町12番地 新日本製鐵株式

萩原 博

(72) 発明者

北海道室蘭市仲町12番地 新日本製鐵株式 会社室蘭製鐵所内

Fターム(参考) 4K043 A402 AB01 AB04 AB05 AB10

AB22 AB23 AB25 AB26 AB28 AB11 AB15 AB18 AB19 AB21 4B29 AB30 BB04 BB08